

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

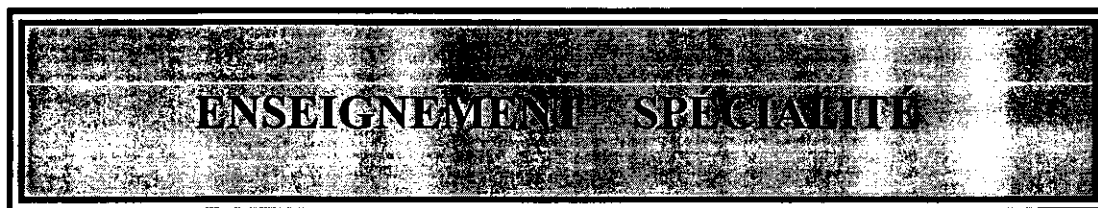
Session 2002

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 heures 30

coefficient : 8



L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le sujet comporte 11 pages, dont les pages 4 et 11 sont à rendre avec la copie.

Exercice 1

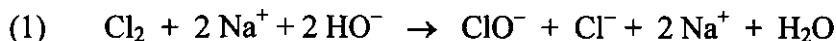
L'eau de Javel. Précaution d'emploi. Stabilité.

(4 points)

DONNEES (à lire avec attention)

L'eau de Javel est un produit courant très utilisé pour son pouvoir désinfectant.

Elle peut-être obtenue en dissolvant du dichlore gazeux dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium selon l'équation-bilan :



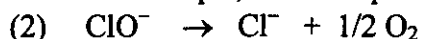
Lors de la préparation de l'eau de Javel, les ions HO^- sont introduits en excès. Le pH de l'eau de Javel est compris entre 11 et 12.

Les propriétés de l'eau de Javel sont dues au caractère oxydant des ions hypochlorites ClO^- .

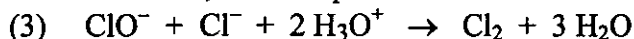
Ces ions peuvent donner lieu à diverses réactions, dans lesquelles interviennent différents facteurs : pH, concentrations, température, catalyseurs (ions métalliques), rayonnements (UV).

En particulier, les ions hypochlorites réagissent en présence d'eau :

- en milieu basique, selon l'équation-bilan :



- en milieu acide, selon l'équation-bilan :

**Quelques recommandations lues sur les emballages d'eau de Javel:**

- Conserver au frais, à l'abri du soleil et de la lumière.
- Ne pas utiliser en combinaison avec d'autres produits ; au contact d'un acide, dégage un gaz toxique.

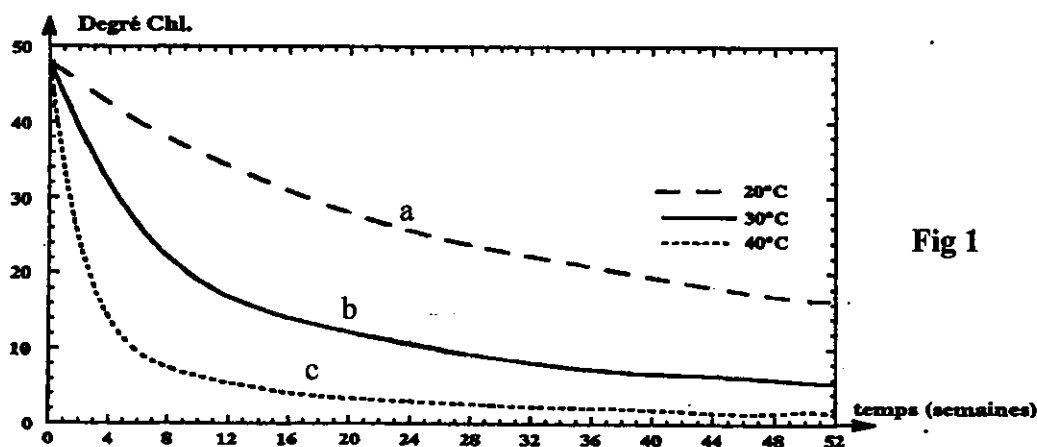
Concentration d'une eau de Javel :

Elle est souvent définie par le degré chlorométrique ($^\circ\text{chl}$). Il correspond au volume (exprimé en litres) de dichlore gazeux, mesuré dans les conditions normales de température et de pression, qu'il faudrait utiliser pour fabriquer 1 litre de cette eau de Javel selon l'équation-bilan (1).

Dans ces conditions, le volume molaire est : $V_m = 22,4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.

conditionnement	en flacons (1 ou 2 L)	en berlingots (concentré)
$^\circ\text{chl}$	12 $^\circ$	48 $^\circ$

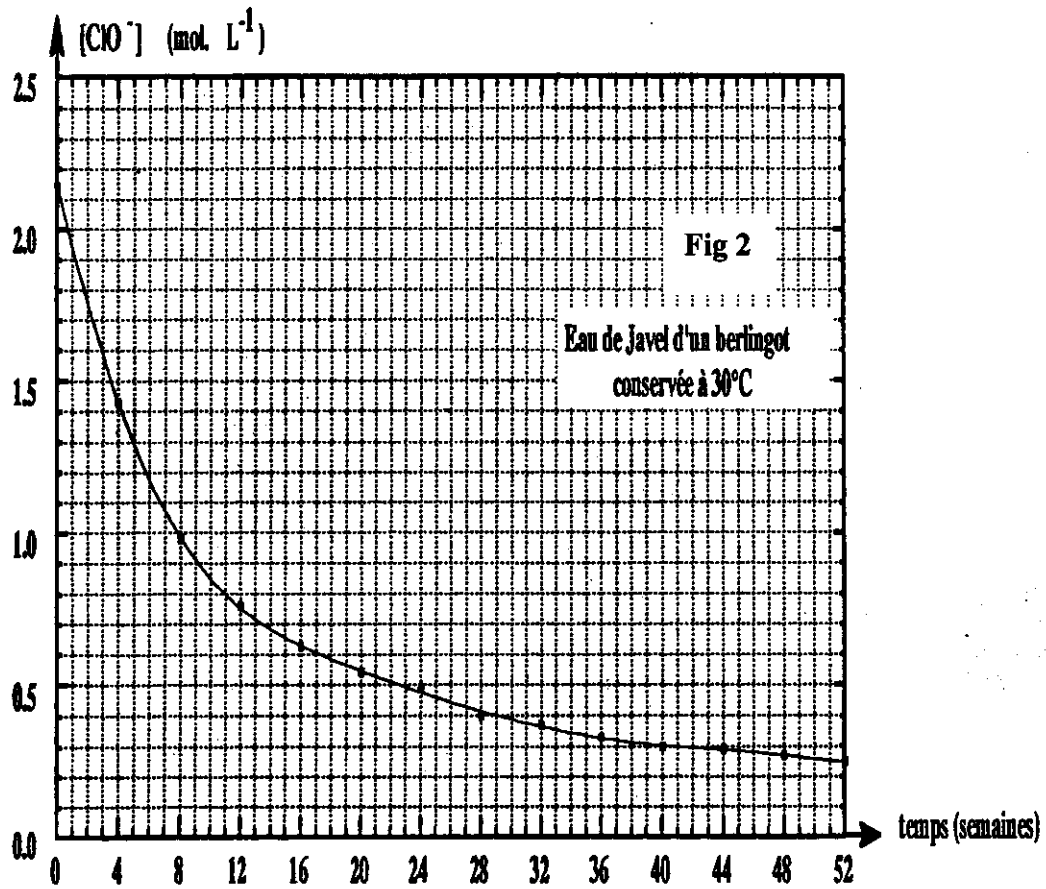
La figure 1 ci-dessous précise l'évolution de la réaction (2) à différentes températures.



Les réponses qualitatives doivent être justifiées.

- 1 - Déduire de la définition du degré chlorométrique la concentration en ion hypochlorite $[\text{ClO}^-]$ dans une eau de Javel à 48°chl.
- 2 - L'annexe 1, page 4, à rendre avec la copie, présente l'évolution au cours du temps de la concentration en ions hypochlorite ClO^- pour une eau de Javel en berlingot conservé à 30°C. Définir la vitesse instantanée de disparition de l'ion hypochlorite ClO^- . La calculer en $\text{mol.L}^{-1}.\text{sem}^{-1}$ à la date $t = 4$ semaines après sa préparation .
- 3 - L'examen de la figure 1 (page 2) met en évidence l'influence de deux facteurs cinétiques :
 - a) Quels sont ces deux facteurs cinétiques ? Indiquer explicitement les comparaisons effectuées.
 - b) La recommandation "conserver au frais" vous semble-t-elle justifiée ?
 - c) Aucun délai d'utilisation ne figure sur les flacons d'eau de Javel contrairement aux berlingots (voir en page 2 les caractéristiques de ces deux conditionnements). Justifier cette différence.
- 4 - Quel est le gaz toxique dont il est question dans les recommandations ?
- 5 - L'eau de Javel est commercialisée dans des récipients opaques. Pourquoi ?

Annexe 1 à rendre avec la copie



Exercice 2

Couple acide benzoïque / ion benzoate

(5 points)

Données :

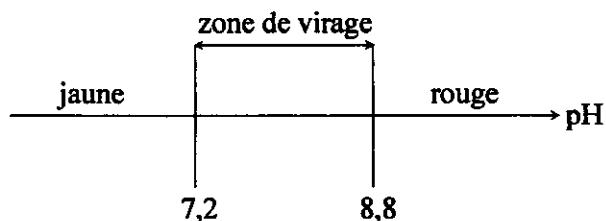
Définition : la solubilité s dans l'eau d'une substance à la température t est la masse maximale de substance que l'on peut dissoudre dans un litre d'eau à cette température t . Elle s'exprime ici en g.L^{-1} .

Acide benzoïque : $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ solide blanc d'aspect soyeux.
monoacide faible peu soluble dans l'eau.
masse molaire : 122 g.mol^{-1} .
solubilité s_1 dans l'eau à 25°C inférieure à 3 g.L^{-1} .
conservateur alimentaire utilisé dans les boissons rafraîchissantes sans alcool (code E 210).

Benzoate de sodium : $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ solide ionique blanc.
masse molaire : 144 g.mol^{-1} .
solubilité s_2 dans l'eau à 25°C environ 650 g.L^{-1} .

Valeur des pKa à 25°C (température des expériences) :

$\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$:	14,0
$\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$:	0,0
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$:	4,2

Zone de virage du rouge de crésol :

Les 3 parties sont indépendantes

1^{ère} partie

- 1) Écrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau.
- 2) Donner, dans le cas général, l'expression de la constante d'acidité ; en déduire les domaines de prédominance dans le cas de l'acide benzoïque et de sa base conjuguée ; les représenter sur une échelle de pH.
- 3) Sur l'étiquette d'une bouteille de soda, on note la présence du conservateur E 210. On mesure le pH pour la boisson : $\text{pH} = 3,5$. En déduire le rapport $\frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}$ dans celle-ci.

2^{ème} partie

- 1) On met à disposition la verrerie suivante :

- béchers de 50, 100 et 250 mL,
- éprouvettes graduées de 50, 100 et 200 mL,
- pipettes jaugées de 5, 10 et 20 mL,
- fioles jaugées de 50, 100 et 200 mL.

On se propose de préparer une solution S de benzoate de sodium de concentration $C = 0,200 \text{ mol.L}^{-1}$ à partir d'une solution S_0 de benzoate de sodium de concentration $C_0 = 0,500 \text{ mol.L}^{-1}$.

Comment procéder ? Nommer et dessiner la verrerie utilisée.

- 2) À 10 mL de la solution S on ajoute un peu d'acide chlorhydrique concentré. On note l'apparition d'un précipité blanc.
 - a) Écrire l'équation-bilan de la réaction mise en jeu. Calculer la constante de réaction et conclure.
 - b) Préciser le nom de ce précipité et justifier qualitativement sa formation.

3^{ème} partie

On se propose de déterminer la solubilité de l'acide benzoïque à 25°C .

On pèse environ 0,4 g d'acide benzoïque et on l'introduit dans un bécher contenant environ 100 mL d'eau distillée. Après quelques minutes d'agitation, de petits grains restent en suspension.

Une filtration permet d'obtenir la solution saturée en acide benzoïque de concentration C_A .

On introduit dans un erlenmeyer $V_A = 10,0 \text{ mL}$ de cette solution ; on y ajoute quelques gouttes de rouge de crésol et on dose par une solution d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration $C_B = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Le rouge de crésol change de couleur pour un volume de soude versé de 19,6 mL.

- 1) Pourquoi reste-t-il des "grains en suspension" dans le mélange préparé avant sa filtration ?
- 2) Faire un schéma annoté du dispositif expérimental utilisé lors du dosage.
- 3) Préciser le changement de couleur observé.
- 4) Écrire l'équation-bilan de la réaction de dosage.
- 5) Définir l'équivalence de cette réaction et en déduire la concentration C_A de la solution d'acide benzoïque.
- 6) Calculer la valeur de la solubilité s de l'acide benzoïque.

Exercice 3

Satellites de Jupiter

(6 points)

Galilée commença à observer la planète Jupiter en janvier 1610 avec une lunette de sa fabrication. Il découvrit qu'autour de Jupiter tournaient « quatre lunes », auxquelles il donna le nom d'astres médicéens ; ce sont quatre satellites de Jupiter : Io, Europe, Ganymède et Callisto.

Données :

$G =$ Constante de gravitation universelle $= 6,67 \times 10^{-11}$ S.I.

Masse de Jupiter $= M_J = 1,9 \times 10^{27}$ kg Rayon de Jupiter $= R_J = 7,15 \times 10^4$ km

Période de rotation de Jupiter sur elle-même (ou rotation propre) $= T_J = 9$ h 55 min

Masse du satellite Europe (noté E) M_E . Rayon de l'orbite du satellite Europe $= r_E = 6,7 \times 10^5$ km

Période de révolution du satellite Europe autour de Jupiter $= T_E = 3$ j 13 h 14 min

Tous les corps seront supposés à répartition de masse à symétrie sphérique.

On supposera que chaque satellite n'est soumis qu'à l'influence de Jupiter.

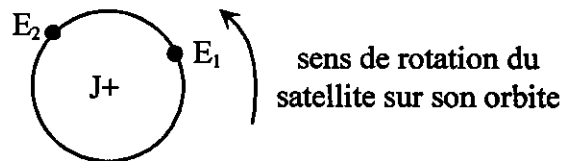
- I 1 - • Représenter sur un schéma la force de gravitation $\vec{F}_{J \rightarrow E}$ exercée par Jupiter sur Europe, et celle $\vec{F}_{E \rightarrow J}$ exercée par Europe sur Jupiter.
- Donner l'expression vectorielle de $\vec{F}_{J \rightarrow E}$, les centres des deux astres étant séparés d'une distance d .

2 - a) Définir un mouvement uniforme.

- b) Le mouvement du satellite Europe (noté E) est étudié dans le référentiel « jupitocentrique ».
- Par analogie avec le référentiel géocentrique, donner les caractéristiques d'un référentiel « jupitocentrique ».
 - Montrer que le mouvement du satellite Europe en orbite circulaire est uniforme dans le référentiel « jupitocentrique ».

- c) Comparer les vecteurs vitesse \vec{V}_1 et \vec{V}_2 et accélération \vec{a}_1 et \vec{a}_2 du satellite aux points E_1 et E_2 .

Reproduire le schéma ci-contre sur la copie et y tracer ces vecteurs (avec les mêmes échelles en E_1 et E_2).



- II 1 - Établir que la valeur de la vitesse d'un satellite de Jupiter est telle que : $V^2 = \frac{GM_J}{r}$ où r désigne le rayon de l'orbite du satellite.

2 - En déduire l'expression de la période T de révolution du satellite en fonction de G , M_J et r .

- 3 - a) Montrer que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est constant pour les différents satellites de Jupiter.
(ce résultat correspond à la 3^{ème} loi de Kepler).

- b) La période de révolution de Io autour de Jupiter est $T_{Io} = 1$ j 18 h 18 min.
Thébé, un autre satellite de Jupiter, possède une orbite de rayon moitié de celui de l'orbite de Io. Déterminer la période de révolution T_{th} de Thébé autour de Jupiter.

- 4 - Par analogie avec la définition d'un satellite géostationnaire, un satellite « jupitostationnaire » est un satellite fixe par rapport à Jupiter.

Europe est-il « jupitostationnaire » ? Justifier sans calculs à l'aide des données fournies.

Exercice 4

Le poste à galène

(5 points)













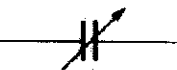


Annexe 2

Banque de données :

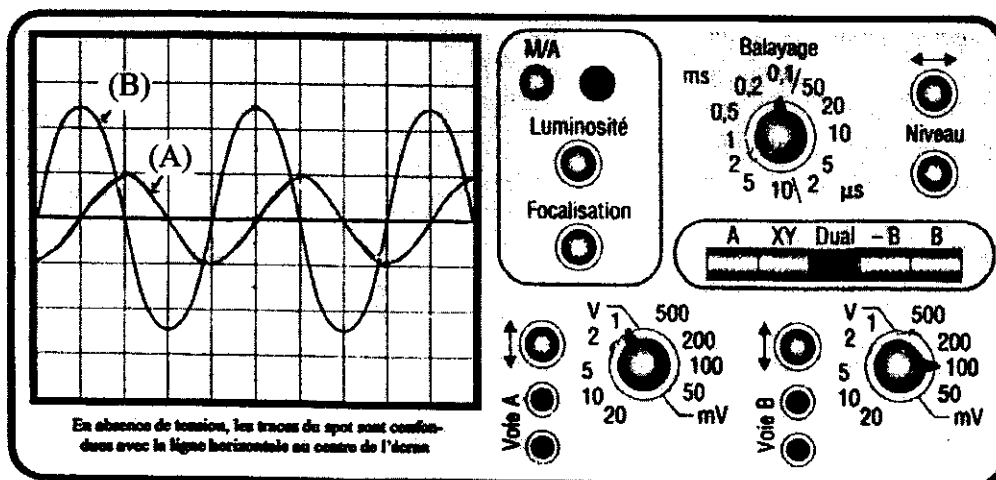
vitesse de la lumière dans le vide $c = 3.10^8 \text{m.s}^{-1}$.

En modulation d'amplitude, chaque émetteur dispose d'un canal de fréquence de largeur 9 kHz contenant l'ensemble des informations nécessaires à la transmission d'un son, canal centré sur une fréquence d'émission précise attribuée à l'émetteur.

SYMBOLES ÉLECTRIQUES

 Fusible	 Amplificateur	 Lampe (symbole général)
 Interrupteur	 Antenne	 Masse
 Haut-parleur	 Diode	 Mise à la terre
 Résistor	 Microphone	 Fil conducteur
 Condensateur variable	 Pile ou accumulateur	 Bobine

Annexe 3



ASPECT HISTORIQUE :

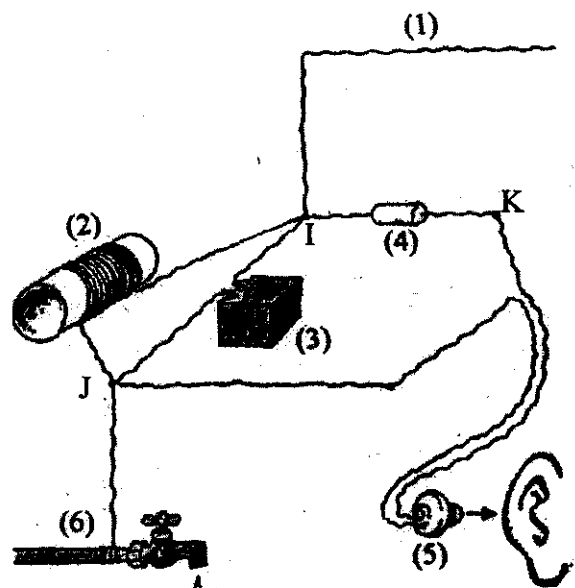
En France, les premières stations radios ont commencé à émettre en 1921, tout d'abord à Paris [Tour Eiffel (2600 m), SFR (1565 m), PTT (450 m)] puis dans les villes de province. À côté des premiers récepteurs "à lampes" chers et réservés à un public aisé, on trouvait des postes à galène de conception beaucoup plus simple et surtout très bon marché permettant à beaucoup de foyers modestes d'accéder, grâce à la radio, à plus d'informations et de culture. Un peu plus tard, pendant l'occupation (1940-1945), il était possible de capter Radio-Londres (1500 m) avec ce type de poste. Aujourd'hui on peut découvrir sur Internet plusieurs sites proposant la construction d'un poste à galène.

- 1) a) À quelle grandeur physique correspondent les indications 2600 m, 1565 m, 450 m, 1500 m ?
- b) Calculer quelle était la fréquence d'émission de Radio-Londres.

ASPECT TECHNIQUE :

Voici une proposition de construction d'un poste à galène trouvée sur Internet.

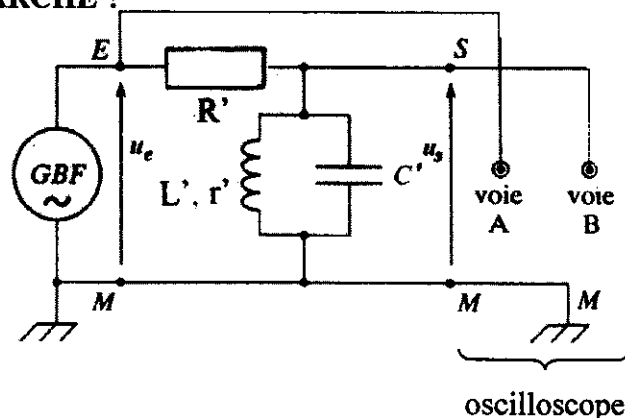
- (1) fil d'antenne tendu horizontalement
- (2) bobine obtenue en enroulant un fil électrique isolé sur un tube en carton
- (3) condensateur de capacité variable
- (4) composant électronique remplaçant l'ancien cristal de sulfure de plomb (la galène) ayant la propriété de ne laisser passer le courant que dans un seul sens (de I vers K).
- (5) écouteur.
- (6) prise de terre (fil relié à un tuyau d'eau froide).



- 2) a) Quel est le composant électronique utilisé ?
- b) Représenter le schéma du circuit électrique du poste à galène proposé ci-dessus en utilisant les symboles électriques donnés dans l'annexe 2, page 8.

ASPECT THÉORIQUE : COMMENT ÇA MARCHE ?

Pour déterminer le rôle de l'ensemble bobine-condensateur on réalise en laboratoire le montage ci-contre et on relève la valeur de l'amplitude U_s de la tension de sortie u_s pour différentes fréquences N du GBF (générateur basses fréquences) en maintenant constante l'amplitude U_e de la tension u_e aux bornes de GBF. Pour une certaine fréquence N on obtient l'oscillogramme donné en annexe 3, page 8.



$$L' = 8 \text{ mH}, C' = 0,22 \text{ } \mu\text{F}, R' = 1 \text{ k}\Omega, r' = 8 \text{ } \Omega.$$

3) Déterminer les amplitudes et les fréquences des tensions u_e et u_s .

En renouvelant les mesures précédentes pour différentes fréquences N on obtient le graphe $U_s = f(N)$ donné en annexe 4, page 11.

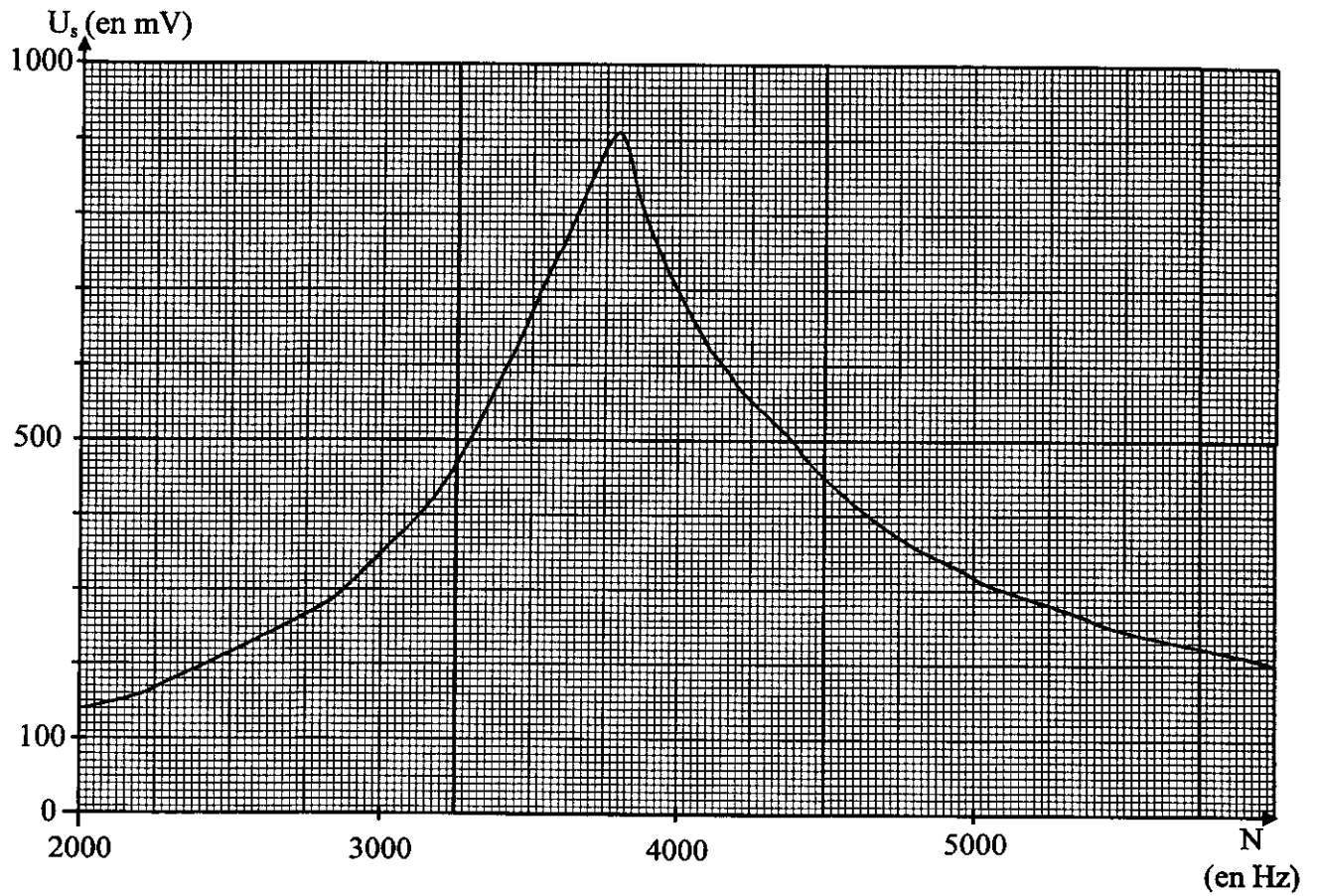
- 4) a) Vérifier que U_s prend une valeur maximale pour une fréquence $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L'C'}}$.
- b) Déterminer graphiquement la valeur de la bande passante à 3dB de ce circuit $L'C'$.
- 5) a) Indiquer, en justifiant la réponse, si le rôle de l'ensemble bobine-condensateur dans le poste à galène est :
- de démoduler les ondes modulées reçues par l'antenne,
 - d'amplifier les ondes modulées reçues par l'antenne,
 - de sélectionner parmi toutes les ondes modulées reçues par l'antenne une onde modulée précise.
- b) En se référant à l'annexe 2, expliquer pourquoi la bande passante du circuit LC dans le poste à galène ne devra ni être trop grande, ni être trop petite.

Sur le site Internet on trouve l'explication suivante illustrée par l'annexe 5, page 11 : si la tension modulée u_{IJ} était directement appliquée à l'écouteur celui-ci resterait muet, en effet sa membrane sollicitée dans les deux sens, avec une fréquence qu'elle est incapable de suivre, resterait immobile. Grâce au cristal de galène (ou notre composant électronique) on obtient la tension u_{KJ} . Cette tension appliquée à l'écouteur n'a maintenant un effet que dans un seul sens, mais étant toujours incapable de suivre les variations très rapides, la membrane se comportera comme si l'écouteur était soumis à la tension moyenne $u_{moyenne}$.

- 6) a) Indiquer sur le graphe u_{IJ} de l'annexe 5 la période T correspondant au signal sonore émis par le haut parleur (les points I et J étant ceux du schéma du poste à galène, page 9).
- b) Tracer l'allure du graphe manquant u_{KJ} sur l'annexe 5.
- c) Indiquer si le rôle de l'ensemble "composant électronique-écouteur" est de :
- démoduler une onde modulée,
 - d'amplifier une onde modulée,
 - de sélectionner parmi toutes les ondes modulées reçues par l'antenne une onde modulée précise.

Annexes à rendre avec la copie

Annexe 4



Annexe 5

